

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08292974 A**(43) Date of publication of application: **05 . 11 . 96**

(51) Int. Cl. **G06F 17/50**  
**G06F 3/14**  
**G06F 17/00**  
**G06F 17/10**

(21) Application number: **07119131**(22) Date of filing: **20 . 04 . 95**(71) Applicant: **HITACHI LTD**

(72) Inventor: **KUMAHARA AKIYO**  
**FURUKAWA KATSUYA**  
**MOTOI NAGANORI**

(54) **METHOD AND DEVICE FOR COMPOUND  
 GENERAL ANALYSIS OF CONTROL SYSTEM,  
 ELECTRIC CIRCUIT, AND DUCT NETWORK**

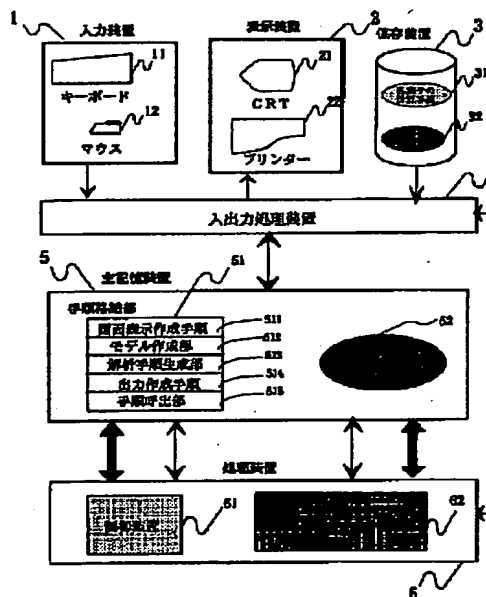
different systems by following the procedure.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

## (57) Abstract:

**PURPOSE:** To easily examine the whole plant by shortening the analyzing work time of the compound analysis of an electric circuit, control system, and duct network and easily examining the analytic result at the same time.

**CONSTITUTION:** In the compound general analyzing device for control system, electric circuit, and duct network stores various processing procedures in a main storage device 5 in advance, makes those procedures correspond to display area on a display device 2, and sends the processing procedure corresponding to a area when the area is selected to a processor 6 to perform the processing, the display device 2 is provided with an area made to correspond to a process instructing to perform a compound and when this area is selected, an analyzing procedure generation part 513 is informed of information on the instruction for the compound, generates a procedure or taking a compound analysis model data, and sends the procedure to the processor 6, thereby taking the compound analysis of the three





A vs 無

(2)

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 8 - 2 9 2 9 7 4

(43) 公開日 平成8年(1996)11月5日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F	17/50		G 0 6 F	15/60 6 1 2 A
	3/14	3 2 0		3/14 3 2 0 D
	17/00	9168 - 5 L		15/20 D
	17/10			15/31 Z
				15/60 6 3 0
審査請求 未請求 請求項の数 7			F D	(全 1 0 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-119131

(22) 出願日 平成7年(1995)4月20日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 熊原 亜喜代

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社

日立製作所日立工場内

(72) 発明者 古川 勝也

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社

日立製作所日立工場内

(72) 発明者 本井 長則

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社

日立製作所日立工場内

(74) 代理人 弁理士 笹岡 茂 (外1名)

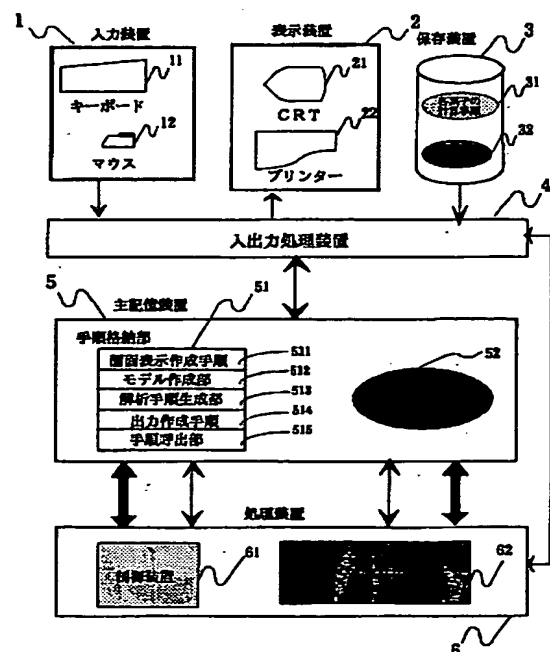
(54) 【発明の名称】 制御系・電気回路・管路網の連成汎用解析方法及び装置

(57) 【要約】

【目的】 電気回路・制御系・管路網の連成解析に当って、解析作業時間の短縮を図り、同時に解析結果の検討を容易に行い、プラント全体の検討を容易に行うことにある。

【構成】 予め各種の処理手順を主記憶装置に格納し、これらの各手順をディスプレイ装置の表示領域と対応付け、ある領域を選択すると、その領域に対応している処理手順を処理装置に送り、処理が行われる制御系・電気回路・管路網の連成汎用解析装置において、ディスプレイ装置に連成を指示する処理に対応付けられた領域を設け、この領域が選択されると、解析手順作成部に連成が指示されたという情報が伝えられ、そのため解析手順作成部は、入力された各種のモデルデータをもとに自動的に連成解析を実行するための手順を生成し、その手順を処理装置に送り、その手順をもとに前記3つの異なる系の連成解析を実行することを特徴とする。

全体構成図 (図1)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 予め各種の処理手順を主記憶装置に格納し、これらの各手順をディスプレイ装置の表示領域と対応付け、ある領域を選択すると、その領域に対応している処理手順を処理装置に送り、処理が行われる制御系・電気回路・管路網の連成汎用解析方法において、連成を指示する処理に対応付けた領域を選択すると、解析を行うもとなるモデルデータを作成し、このモデルデータをもとに自動的に連成解析を実行するための手順を生成し、その手順をもとに前記3つの異なる系の連成解析を実行することを特徴とする制御系・電気回路・管路網の連成汎用解析方法。

【請求項2】 請求項1において、解析を行うもとなるモデルデータは、格納されているモデルデータの中から必要なデータを読み込むか、または、読み込んだデータを修正して作成することを特徴とする制御系・電気回路・管路網の連成汎用解析方法。

【請求項3】 請求項1において、連成解析を実行するための手順は、解析するモデルデータの中から管路網、制御系及び電気回路の計算に必要な要素を取り出し、各系毎に系の計算順序を決定し、次いで、前記モデルデータの中から各系間の連成の情報を取り出し、それぞれの系の連成指示された素子が参照するアドレスを割り振るための情報を生成し、この生成された情報をもとに各系の解析順序を決定し、解析コードを生成することを特徴とする制御系・電気回路・管路網の連成汎用解析方法。

【請求項4】 請求項1において、連成解析の実行は、諸条件の初期設定後、設定された諸データをもとに制御系の計算及び設定された回路構成データをもとに電気回路の計算をそれぞれ行い、次いで、制御系と電気回路間で連成のデータの授受を行い、そして、それぞれの系でたてられた連立微分方程式をルンゲクッタ法を使って積分し、次いで、管路網の内部の値を計算し、制御系、電気回路、管路網の3つの系の間で連成のデータの授受を行うことを特徴とする制御系・電気回路・管路網の連成汎用解析方法。

【請求項5】 請求項4において、連成解析の実行は、1つのタイムステップの解析が終わると、解析結果をディスプレイ装置に表示することを特徴とする制御系・電気回路・管路網の連成汎用解析方法。

【請求項6】 予め各種の処理手順を主記憶装置に格納し、これらの各手順をディスプレイ装置の表示領域と対応付け、ある領域を選択すると、その領域に対応している処理手順を処理装置に送り、処理が行われる制御系・電気回路・管路網の連成汎用解析装置において、連成を指示する処理に対応付けた領域を設けると共に、連成解析を実行するための手順を生成する解析手順生成部を設け、前記連成処理の領域を選択すると、入力された各種のモデルデータをもとに自動的に前記連成解析手順を生成し、その手順をもとに前記3つの異なる系の連成解析

を実行することを特徴とする制御系・電気回路・管路網の連成汎用解析装置。

【請求項7】 請求項6において、モデルデータは、格納されているモデルデータの中から必要なデータを読み込むか、または、読み込んだデータを修正して作成するモデル作成部を有することを特徴とする制御系・電気回路・管路網の連成汎用解析装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

10 【産業上の利用分野】 本発明は、電気回路、制御系、管路網の連成を解析する制御系・電気回路・管路網の連成汎用解析方法及び装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 制御系、電気回路、管路網の単独シミュレーションは、大型計算機やワークステーション等で現在も盛んに行われており、計算機の性能が向上するにつれて解析装置の性能も向上し、世間で高い評価を得るような解析装置も多数出てきた。しかし、近年プラントが複雑化するにつれて解析の重要性が増してきたため、単一分野の解析だけでは対応しきれなくなり、制御系、電気回路、管路網を連成して同時に解析しなければならない機会が増えているにも拘らず、プラント全体を見通した解析が容易に行えないため、事前検討不足が原因と考えられる事故が増加している。そこで、系全体の検討を行うために、設計者が採っている対応策は大別すると2つあげられる。1つは、まず制御系、電気回路、管路網のいずれかの解析を行い、別の解析の入力としたい部分をファイルに書き込み、次の解析の際読みにかけるか、あるいはキー操作によってその出力を入力として次の解析を行い、さらにその出力を同様の方法で入力として、次の系の解析を行い、全ての結果を考慮にいれて、結果を検討する方法である。2つは、制御系、電気回路、管路網の各要素を数式化した後、3つの系を制御系または電気回路図で表し、そのモデルを制御系の解析プログラムまたは電気回路解析プログラムを用いて解析する方法である。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記従来技術には、次のような問題点があった。1つの方法については、連成させたい部分の値（以後、境界物理量と呼ぶ。）の入力を設計者に委ねる方法であり、ファイルを使用する際、最初の系の解析においては連成部の入力値が存在しないため、制御系、電気回路、管路網を同時に考慮した境界物理量の入力が困難であり、結果の検討が容易に出来ない、という問題点があった。2つの方法については、制御系で3つの系を全て表現して解析する方法であり、まず、管路網を解析するためには偏微分方程式を解かなければならないので、制御系で表すには、設計者自身に専門知識がなければ難しく、また、電気回路の方程式を制御系で表すと分かりにくく、汎用性をもったものを作る

ことが困難である、という問題点があった。

【0004】本発明は、以上のような問題点に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、解析作業時間の短縮を図り、同時に解析結果の検討を容易に行うに好適な電気回路・制御系・管路網の連成汎用解析方法及び装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記の目的は、予め各種の処理手順を主記憶装置に格納し、これらの各手順をディスプレイ装置の表示領域と対応付け、ある領域を選択すると、その領域に対応している処理手順を処理装置に送り、処理が行われる制御系・電気回路・管路網の連成汎用解析方法において、連成を指示する処理に対応付けた領域を選択すると、解析を行うもとなるモデルデータを作成し、このモデルデータをもとに自動的に連成解析を実行するための手順を生成し、その手順をもとに前記3つの異なる系の連成解析を実行することによって、達成される。また、制御系・電気回路・管路網の連成汎用解析装置において、ディスプレイ装置に連成を指示する処理に対応付けた領域を設けると共に、連成解析を実行するための手順を生成する解析手順生成部を設け、前記連成処理の領域を選択すると、入力された各種のモデルデータをもとに自動的に前記連成解析手順を生成し、その手順をもとに前記3つの異なる系の連成解析を実行することによって、達成される。

【0006】

【作用】本発明は、ディスプレイ装置に連成を指示する処理に対応付けられた領域を設け、この領域が選択されると、解析手順作成部に連成が指示されたという情報が伝えられ、そのため解析手順作成部は、入力された各種のモデルデータをもとに自動的に連成解析を実行するための手順を生成し、その手順を処理装置に送り、その手順をもとに連成解析を実行する。そのため、設計者は、ただディスプレイ装置の連成処理のある領域を選択するだけで、ディスプレイ装置上に表示される連成解析の結果をもとに3つの系の検討を容易に行うことが出来、また、解析作業時間を短縮することが出来、これにより、設計者は、自分の専門以外の分野のプラントをモデル化するための時間を短縮できる。

【0007】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を用いて説明する。図1は、本発明の一実施例を示す制御系・電気回路・管路網の連成汎用解析装置の全体構成図である。本実施例は、水力発電設備をモデル化し、本装置を用いて解析するものである。図1において、制御系・電気回路・管路網の連成汎用解析装置は、入力装置1、表示装置2、保存装置3、入出力処理装置4、本発明の特徴部である主記憶装置5と処理装置6からなる。入力装置1は、キーボード11とマウス12から成り、使用者が各種の情報を入力するのに使用される。表示装置2は、カ

ラディスプレイ21（以後、CRTと呼ぶ。）とプリンター22から成り、主記憶装置5内のデータ及び処理状態を使用者に示す。保存装置3は、解析モデルに使われる各素子の計算手順31や過去に作成したモデルのデータ32等を格納する。入出力処理装置4は、入力装置1及び表示装置2と主記憶装置5または処理装置6とのデータの授受を行う。主記憶装置5は、本解析装置の処理の手順が格納されている手順格納部51と、各種処理によって生成されたデータを格納しておくデータ格納部52から成る。処理装置6は、手順格納部51にある各種手順に従って実際に処理を行う制御装置61と計算を行う演算装置62から成る。

【0008】ここで、図2に、表示装置2におけるCRT21の表示画面の様子を示す。CRT21は手順呼出部2101と処理結果表示部2102から成る。手順呼出部2101の領域はいくつかに分割され、各領域は、主記憶装置5の手順格納部51の各手順の中で解析データを作成するために必要な処理を行う手順に割り当てられており、画面表示作成手順511によって各領域には対応している手順の内容が文字や図を用いて分かりやすいように表示される。また、CRT21上のカーソルはマウス12と同期している。従って、CRT21上の行いたい処理の示してある領域にカーソルを移動させてボタンを押す（以後、ピックと呼ぶ。）と、入出力処理装置4を介して主記憶装置5にピックした領域の座標が送られ、予め割り当てられていた手順が制御装置61に送られ、処理を行ってデータ格納部52に結果を格納する。さらに画面表示作成手順511によって、その結果は随時処理結果表示部2102に図イメージで表示される。これにより、設計者は行われた処置内容をその都度確認することが出来る。

【0009】図3は、本解析装置の動きを示した流れ図である。図2において説明したように、CRT21上の手順呼出部2101の領域は、手順格納部51の各手順と対応付けられており、ピックされた領域が入出力装置4を介して処理装置6に送られると、手順呼出部515によってその領域に対応付けられた手順が呼び出され、その処理が行われる。ステップ200では、CRT21上には、画面表示作成手順511に従って処理が行われ、どの領域を選択すると、どの手順が呼び出され、実行されるのかを視覚的に示した画面が表示されている。まず、ステップ201においては、モデル作成部512が呼び出され、解析を行うもとなるモデルデータの作成を行う。モデルデータは、保存装置3に格納されているモデルデータ32の中から必要なデータを読み込む（ステップ2011）。この場合、モデルデータの修正を行い、作成することも出来る。モデル作成部512の手順が実行され、結果として作成されたモデルデータはデータ格納部52に保存される。次に、ステップ202においては、解析手順生成部513が呼び出され、ステ

ップ201によって作成されたモデルデータをもとに、解析プログラムを自動的に生成し、コンパイル及びリンケージを行う。続いて、ステップ203では、ステップ202で作成された解析プログラムを実行し、解析を行い、出力作成手順514に従い、解析結果をCRT21の処理結果表示部2102に表示する。

【0010】図4は、ステップ201によって作成されたモデルデータを画面表示作成手順511に従ってCRT21上に視覚的に表示したモデル図である。この設備は、管路網系301、電気回路系302と制御系303、304、305、306及び307から構成されている。管路網系301は、2つの水源3011と3012の水位差によって生じる水流を利用して水車3013を回転させ、回転数を制御系303に送る。制御系303と電気回路系3021は発電機をモデル化したものである。制御系303は、発電機の等価式をブロック線図で表し、起電圧を求め、その電圧を電気回路系3021に与える。その与えられた電圧は、電気回路系3022によって表されている整流器によって交流から直流に変換される。連成部308は、負荷を模擬しており、制御系304に負荷の値を設定し、この値を電気回路系302に抵抗値3033として設定している。そのため、制御系304を変更することによって様々な負荷がかかった状態を容易にシミュレーションする事が出来る。連成部309は、電気回路3032に流れる電流を取り出し、電流を制御系305に送る。連成部310は、制御系307から出力される弁開度を弁3014に送る。制御系305、306、307は、この設備の制御を行い、連成部309によって取り出された電気回路3032に流れる電流が設定した目標値になるように管路網301の弁3014の開度を計算し、連成部310を介して弁3014にその開度を送る。ここで、制御系305から307は階層化されており、制御系305を例にその詳細を図5に示す。図5において、制御系305は、設定した目標値 $i_1$ と電気回路3032に流れる電流値 $i_1$ を比較し、その偏差値と2倍したフィードバック値を加算し、この加算値を初期値を0.8として積分 $(0.8/S)$ し、同時に積分 $(0.8/S)$ した値を2倍し、これらの値を更に加算する。この加算した値を更に積分 $(0.8/S)$ する。この積分値をフィードバックすると同時に、上限、下限値を制限するリミッターに入力し、進み遅れ要素を介して出力値 $o_1$ として管路網301の弁3014の開度を出力する。図4のモデルは、制御系305において設定した目標値と連成部309によって取り出された電気回路3032に流れる電流が比較され、その偏差に基づいて制御系305、306、307により弁3014の開度を計算し、その開度は連成部310を介して管路網系301の弁3014に送られ、水源3011と3012の水位差によって生じる水流を調整して水車3013を回転制御する。この水

車3013の回転数は電気回路系302に送られ、モデル化した発電機303、3021の起電圧を求め、その電圧は、電気回路系3022によって表されている整流器によって交流から直流に変換され、負荷を模擬した抵抗3033に供給される。本解析装置では、このモデルの解析を実行することによって、プラント全体の動作がうまくいっているか否かをチェックする。また、制御系部304または305から307を組み替えることによって、様々な過渡現象をシミュレーション出来、内部の様子などを把握する。

【0011】図6は、ステップ202の解析プログラムの生成手順の詳細を示す。まず、ステップ501においては、ステップ201によって作成されたモデルデータをデータ格納部52から読み込み、入出力処理装置4を介して主記憶装置5内のデータ格納部52に送る。ステップ502ではこれらのデータの中から管路網の計算に必要な管路網要素の各使用個数、各属性、接続状況などを取り出し、管路網の系の計算順序を決定し、データ格納部52に格納する。ステップ503では制御系、ステップ504では電気回路のそれぞれの系について同様の作業が繰り返される。続いて、ステップ505において、モデルデータの中から連成の情報を取り出し、ステップ502からステップ504までの過程で作出されたデータを考慮して、それぞれの系の連成指示された素子が参照するアドレスを割り振るための情報を生成し、それらのデータを再びデータ格納部52に格納する。ステップ506では、ステップ502から505までの過程で生成されたデータをもとに各系の解析順序を決定し、保存装置3の各素子の計算手順31の中から必要なものだけをデータ格納部52に読み込み(ステップ5061)、解析コードを生成する。

【0012】ここで、ステップ505の連成計算手順設定手順について、図7と図8を用いて連成部308を例に説明する。図7に、図4における電気回路系の抵抗3033と制御系の3091の連成部308を示す。図7に示すように各素子をB1(可変抵抗素子)、B2(連成指示素子)及びB3(ゲイン素子)、各ノードを $n_1$ 、 $n_2$ 、 $n_3$ 及び $n_4$ とする。まず、素子B1、B2及びB3を配置することにより、図8に示す素子テーブルB1、B2及びB3が生成される。次に、各素子を結線することにより、図8に示すノードテーブル $n_1$ 、 $n_2$ 、 $n_3$ 及び $n_4$ が生成され、同時に素子テーブルとノードテーブルに、図8で点線矢印で示されるようなお互いのアドレスを設定する。次に、素子テーブルB1とB2の連成の指示がなされると、701、702に示されるようにお互いのアドレスを設定し、連成のタイプ(この場合は抵抗値)がB2のテーブルの703にセットされる。このような処理を連成の指示が行われた箇所に対して行うことによって、連成部のアドレスの設定が完了する。この連成計算手順設定手順は、例えば制御系の構

成素子に変更すなわち図7に示すように素子B1(可変抵抗素子)に変更があっても、連成の指示が行われた箇所に対して連成のタイプのセットを行うので、制御系で3つの系を全て表現して解析する従来方法に比し、連成解析に汎用性を持たせることが出来る。この一連の手順を繰り返すことによって、解析モデルに使われる素子の属性データと素子間の結合情報などがデータ格納部52に格納される。

【0013】ステップ506の解析手順生成について、図9を用いて説明する。ステップ505で作成された回路素子のテーブルにより回路素子の属性テーブルT1を作成し、電気回路解析A1は、解析時に出力ノードテーブルT2から授受して作成した回路素子の属性テーブルT1を参照しながら解析する。ここで、制御系解析B1では、制御系のゲインテーブルB3により、ゲイン素子B3の計算結果を出力ノードテーブルT2に出力するようにプログラムを生成する。このような動きをする連成解析プログラムがステップ506によって生成される。

【0014】図10に、連成解析プログラムの詳細フローチャートを示す。連成解析は、まず、開始時刻(ステップ100)において与えられた諸条件をもとに初期値の設定を行う(ステップ101)。続いて、次のタイムステップに進み(ステップ102)、制御系、電気回路の計算を行う(ステップ103、104)。制御系の計算ステップ103においては、設定された諸データをもとに状態方程式(式1)と出力方程式(式2)の2つの式をたてる。また、電気回路の計算ステップ104においては、設定された回路構成情報をもとにグラフ理論を用いて、電気回路における基本方程式(式3)、(式4)をたてる。

【数1】

$$\frac{dX}{dt} = AX + BU \quad (式1)$$

【数2】

$$Y = CX + DU \quad (式2)$$

ここで、Xは状態ベクトル、Yは出力ベクトル、Uは制御ベクトルを表す。

【数3】

$$q = f_1(F, i_R, i_L, i_I) \quad (式3)$$

【数4】

$$\phi = f_2(F, V_C, V_O, V_E) \quad (式4)$$

ここで、qは電荷、φは磁束、iは電流、Fはループ行列、Vは電圧を表す行列またはベクトルであり、添え字R、Gは抵抗、Lはインダクタンス、Iは電流源、Cはキャパシタンス、Eは電圧源を表す。制御系と電気回路間で、図6のステップ505で定められたデータの授受を行い、制御系と電気回路の連成処理を行う(ステップ1041)。そして、それぞれの系でたてられた連立微分方程式をルンゲクッタ法を使って積分が終了するまで繰り返され、終了すると、次のステップに進む(ステッ

プ105)。管路網においては、運動方程式(式5)、質量保存則(式6)をたてる。

【数5】

$$U \frac{\partial U}{\partial t} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial U}{\partial t} = - \frac{f \cdot U \cdot |U|}{2 \cdot D} - g \cdot \sin \theta \quad (式5)$$

【数6】

$$\rho a^2 \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial P}{\partial t} + U \cdot \frac{\partial U}{\partial t} = 0 \quad (式6)$$

ここで、Uは速度、Pは圧力、xは位置、Dは管の直径、gは重力加速度、tは時刻を表す。(式5)、(式6)は偏微分方程式を含んでいるため、特性曲線法を用いて常微分方程式(式7)、(式8)、(式9)、(式10)に変形し、

【数7】

$$\frac{dx}{dt} = U + a \quad (式7)$$

【数8】

$$\frac{dU}{dt} + \frac{1}{\rho a} \frac{dP}{dt} + \frac{fU|U|}{2D} + g \cdot \sin \theta = 0 \quad (式8)$$

【数9】

$$\frac{dx}{dt} = U - a \quad (式9)$$

【数10】

$$\frac{dU}{dt} - \frac{1}{\rho a} \frac{dP}{dt} + \frac{fU|U|}{2D} + g \cdot \sin \theta = 0 \quad (式10)$$

これを差分法を用い、前の時刻における各値を用いて計算することによって解を求める(ステップ106)。制御系、電気回路、管路網の3つの系の間で、図6のステップ505で定められたデータの授受を行い、制御系と電気回路と管路網の連成処理を行う(ステップ1061)。そして、1つのタイムステップの解析が終わると、解析結果がデータ格納部52に送られ、出力作成手順514に従って入出力処理装置4を通してCRT21に表示される。このことによって、設計者は、解析時間が長いモデルでも、途中経過を確認しながら解析を進める事が出来、結果が思わしくないモデルに関しては途中で解析を中断することも出来るため、解析に要する時間の短縮が図れる。102から107までのステップは終了時間になるまで繰り返される(ステップ108)。以上説明したように、本実施例では、CRT21上に設けた連成を指示する処理に対応付けられた領域を選択すると、解析手順生成部513に連成が指示され、そのため解析手順作成部513は入力されたモデルデータをもとに自動的に連成解析を実行するための手順を生成し、その手順を処理装置6に送り、その手順をもとに演算装置62が連成解析を実行する。そのため、設計者は、ただCRT21上のある領域を選択するだけで、解析手順生成部513によって作成された手順をもとに、演算装置6



2で処理され、データ格納部52に送られた解析結果のデータが出力手順515に従ってCRT21上に表示され、その結果をもとに3つの系の検討を容易に行うことが出来るようになる。

【0015】図11と図12は、本実施例による解析結果であり、図11は目標電流と実際の電流の値を、図12はパイプ内の一点の圧力変化の様子を示している。図11、図12において、横軸は時間(s)、縦軸はそれぞれアンペア(A)、圧力(Pa)を示す。図11において、111の波形は、制御系305が定める目標電流であり、112の波形は、制御系305、306及び307からの信号を弁3014が受取り、水車3013の回転数に変化が伝わることによって変化した電気回路系302に流れる電流の値である。このグラフから実際の電流112の値が目標電流111の値に常に収束するように変化していることから、系全体の制御がうまくいっていることが分かる。図12をみると、パイプ内の圧力変化がある時刻を境に急激に変化を始める様子が読み取れる。図11を参考に考えると、この時刻を境に目標電流が変化するため、制御系305、306及び307から弁3014に送られる信号が急に変化していると、予測することが出来、それによってパイプ内に水撃現象と呼ばれる物理現象が起きていることが考えられる。このグラフから圧力の最大値を読みとり、使用予定の材料強度と比較してみることによって、パイプが水撃現象に耐え得るものかどうかの検討が容易に出来るため、事故を未然に防ぐことが可能となる。

【0016】

【発明の効果】本発明によれば、設計者は、制御系、電気回路、管路網全ての分野の詳しい知識がなくても、ただCRT上のある領域を選択するだけで、作成した解析手順をもとに、連成解析を実行し、解析結果のデータをCRT上に表示するので、その結果をもとに3つの系の検討を容易に行うことが出来る。そのため、設計者は、自分の専門以外の分野のプラントをモデル化するための時間を短縮できる、という効果がある。また、設計者は、解析時間が長いモデルでも、途中経過を確認しながら解析を進める事が出来、結果が思わしくないモデルに関しては途中で解析を中断することも出来るため、解析に要する時間の短縮が図れる、という効果がある。また、逐次に各系の境界物理量を授受しながら解析するため、より正確な結果が得られる。そのため、解析結果の

検討が容易に行えるため、結果検討時間が短縮できる、という効果がある。また、各系の構成素子に変更があっても、連成の指示が行われた箇所に対して連成のタイプのセットを行うので、制御系で3つの系を全て表現して解析する従来方法に比し、連成解析に汎用性を持たせることが出来る、という効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す制御系・電気回路・管路網の連成汎用解析装置の全体構成図

10 【図2】表示装置の表示画面の様子

【図3】本解析装置の動き

【図4】一実施例の発電所設備全体を視覚化(モデル化)した図

【図5】図4のモデルの階層化されているcontrol1一例(control1の様子)

【図6】解析手順生成部の動作のフローチャート

【図7】図4のモデルの一部で連成指示を行っている部分の拡大図

20 【図8】連成計算手順設定によって生成されるテーブルの様子

【図9】解析プログラム生成部の動作の詳細

【図10】連成解析プログラムの詳細フローチャート

【図11】解析結果1(制御系が定めた目標電流と実際に出力される電流)

【図12】解析結果2(パイプ内の圧力変化の様子)

【符号の説明】

1 入力装置

2 表示装置

21 カラーディスプレイ

30 3 保存装置

31 解析モデルに使われる素子の計算手順

32 モデルのデータ

4 入出力処理装置

5 主記憶装置

51 手順格納部

512 モデル作成部

513 解析手順生成部

52 データ格納部

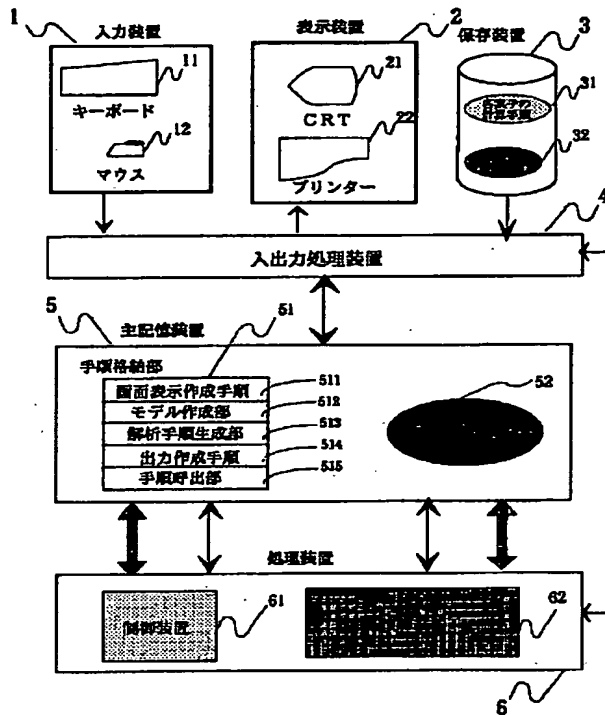
6 処理装置

40 61 制御装置

62 演算装置

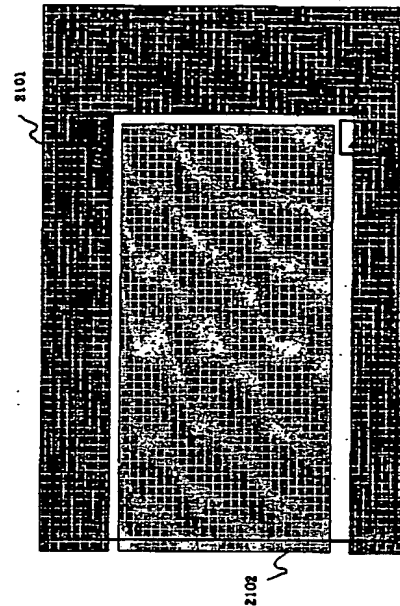
【図1】

全体構成図 (図1)



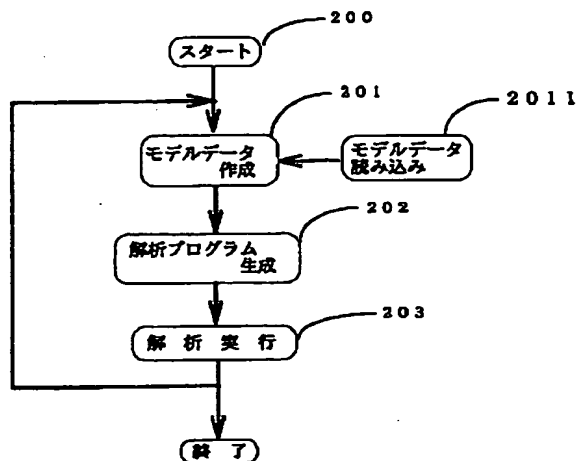
【図2】

表示装置の様子 (図2)



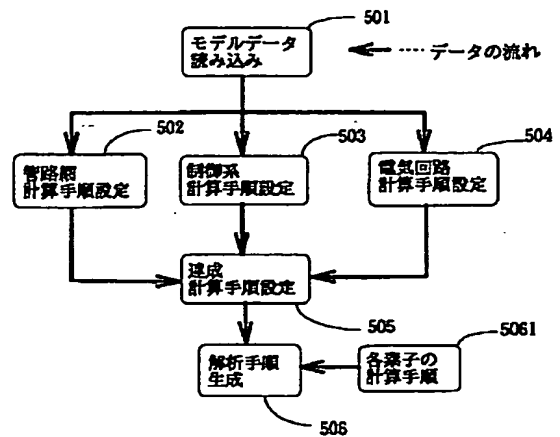
【図3】

本解析装置の動き (図3)



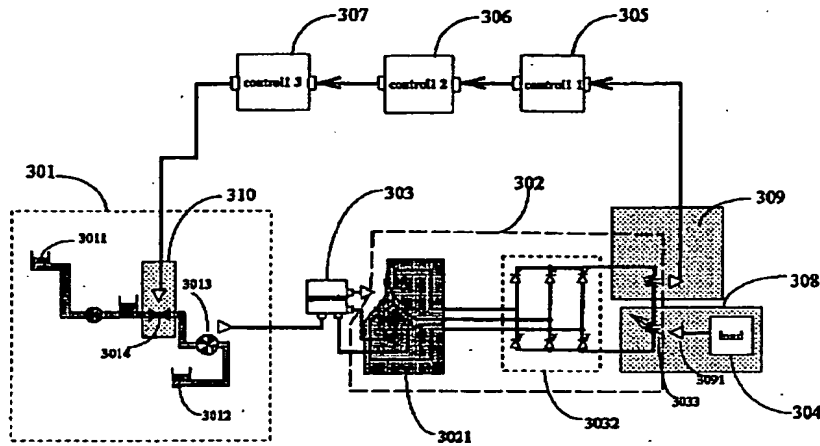
【図6】

解析手順生成部の動作のフローチャート (図6)



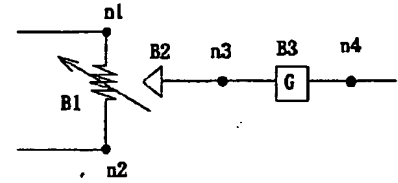
【図 4】

モデル図 (図 4)



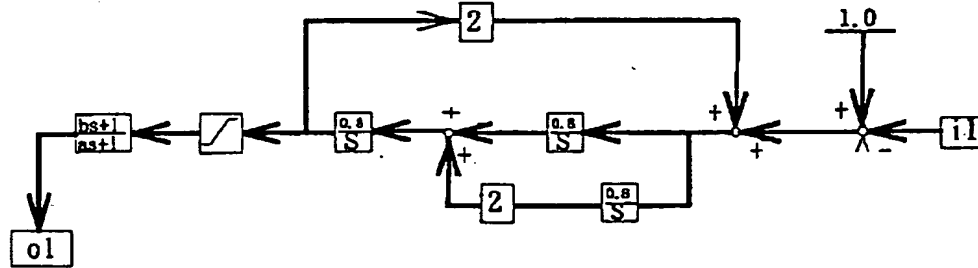
【図 7】

308の拡大図 (図 7)



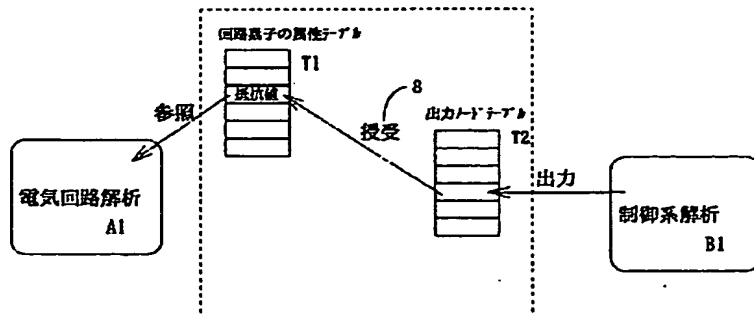
【図 5】

control1 1の様子 (図 5)



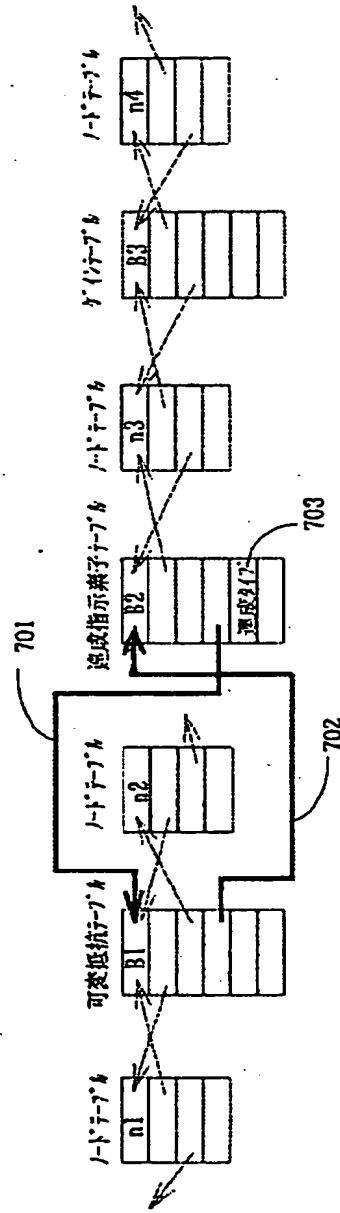
【図 9】

解析プログラム生成部詳細 (図 9)



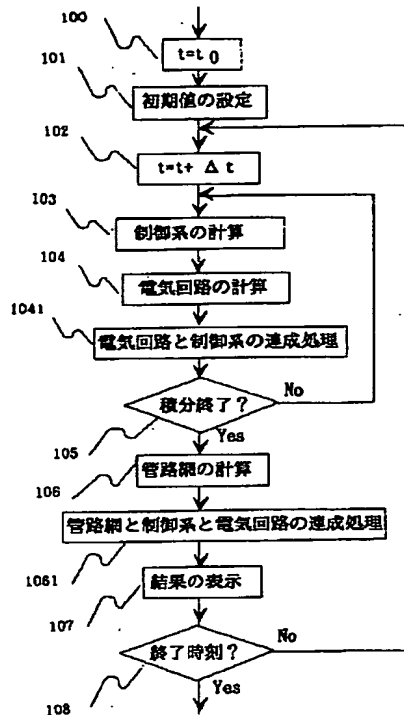
【図8】

解析結果1 (図8)



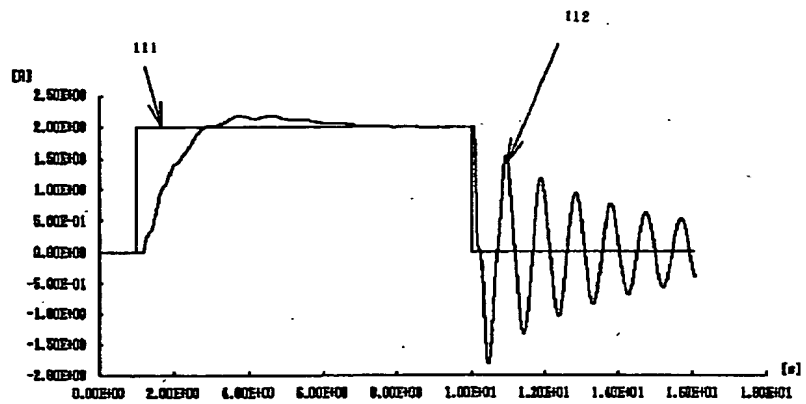
【図10】

解析のフローチャート (図10)



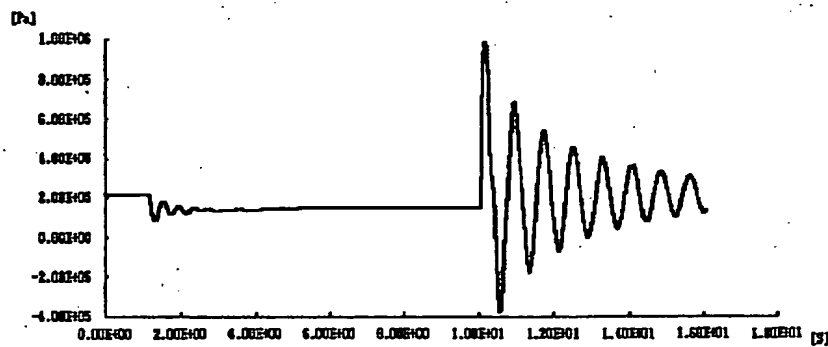
【図11】

解析結果1 (図11)



【図12】

解析結果2 (図12)



フロントページの続き

(51) Int. Cl. °

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 6 F 15/60

6 6 2 A